

变电检修标准化作业流程构建与应用

王一宁

国网河南省电力公司南乐县供电公司 河南 濮阳 457400

摘要：变电检修是电力系统安全运维的核心，当前作业存在流程不统一、质量管控薄弱、安全隐患突出、效率偏低等问题。本文界定了变电检修及标准化检修核心概念，分析标准化作业的必要性及可行性，构建技术支撑体系与全环节细化流程，通过试点应用、动态管控及多维度量化评估，验证流程实用性。研究表明，该标准化流程可规范操作、降低隐患、提升效率，为基层供电企业变电检修规范化、精细化开展提供可靠实践参考。

关键词：变电检修；标准化作业；技术支撑；流程细化设计；应用

引言：随着电力事业快速发展，变电站设备种类增多、运行负荷提升，传统变电检修模式的弊端日益凸显，操作不规范、管控不到位等问题严重影响电力供应稳定性。为破解这一难题，适配电力行业高质量发展需求，推行变电检修标准化作业成为关键举措。本文立足国网河南省电力公司南乐县供电公司运维实际，整合智能检测、信息化管理等技术，构建科学可落地的标准化作业流程，通过试点实践优化完善，助力提升变电检修运维水平，保障电网安全稳定运行。

1 变电检修作业相关理论与现状分析

1.1 变电检修核心概念界定

变电检修是电力系统运维的核心环节，指通过定期检查、试验、维护和故障处理等一系列规范化操作，保障变电站各类电气设备（变压器、断路器、隔离开关等）安全、稳定、高效运行的专项工作。其核心目标是及时排查设备隐患、修复设备故障、延长设备使用寿命，防范电力安全事故，确保电力供应的连续性和可靠性。标准化变电检修则是在常规检修基础上，通过制定统一的操作规范、流程标准、质量要求和安全准则，实现检修作业的规范化、同质化、精细化，杜绝人为操作失误，提升检修工作质量与效率。

1.2 当前变电检修作业存在的问题

当前我国变电检修作业仍存在诸多亟待解决的问题。（1）操作流程不统一，不同检修团队、不同人员的操作习惯差异较大，缺乏标准化指引，易出现漏检、误检等情况。（2）检修质量管控薄弱，部分检修人员专业技能不足，对设备故障判断不准确，检修工艺不规范，导致检修后设备仍存在安全隐患。（3）安全管理存在漏洞，部分作业现场安全交底不到位，安全防护措施落实不严格，违规操作现象偶有发生，存在安全风险。（4）检修效率偏低，传统检修模式流程繁琐，缺乏系统性规

划，导致检修工期过长，影响电力供应稳定性。

1.3 变电检修标准化作业的必要性和可行性

推行变电检修标准化作业具有极强的必要性和可行性。必要性方面，标准化能规范操作流程、统一质量标准，有效解决当前检修作业中的不规范问题，降低安全风险，提升检修质量和效率，保障电力系统安全稳定运行；同时能降低检修成本，实现资源优化配置，适应电力行业高质量发展需求。可行性方面，我国电力行业经过多年发展，已积累了丰富的变电检修经验，具备完善的设备技术基础和专业人才队伍，为标准化流程的制定和实施提供了有力支撑^[1]。

2 标准化作业流程的技术支撑体系

2.1 智能检测与诊断技术集成

整合各类先进智能检测技术，构建全维度设备状态感知体系，搭配大数据分析 with 人工智能诊断算法，为标准化流程执行提供精准技术赋能。采用无人机巡检技术，对变电站高空设备、复杂区域设备进行无死角巡检，规避人工巡检盲区，提升巡检效率与覆盖面；部署设备在线监测系统，实时采集变压器油中溶解气体、断路器机械特性、避雷器泄漏电流等核心数据，实现设备状态实时监测。依托大数据平台对监测数据进行汇总分析，结合人工智能诊断算法，精准识别设备潜在隐患，实现故障智能预判，为检修任务制定、流程优化提供数据支撑，确保标准化检修流程更具针对性和科学性。

2.2 信息化管理平台搭建

依托ERP（企业资源计划）、PMS（生产管理系统）核心功能，搭建一体化变电检修信息化管理平台，集成流程管控、资源调配、数据共享三大核心模块，实现标准化作业流程线上化、可视化管理。平台可实现检修任务线上下达、流程节点线上流转，明确各环节执行标准、责任主体及完成时限，管理人员可实时监控流程执

行进度,及时发现并解决流程执行中的堵点问题;同时整合工器具、物料、人员等资源信息,实现资源智能调配,避免资源浪费;建立统一数据共享机制,实现检修数据、设备台账、验收记录等信息互联互通,确保标准化流程执行过程可追溯、数据可查询,大幅提升检修管理效能。

2.3 安全防护技术保障

引入新型安全防护装备与技术,构建全方位安全防护体系,契合标准化作业流程中安全管控的核心要求,强化作业现场人身安全与设备安全保障。配备智能安全工器具,实现工器具绝缘性能、使用状态实时监测,对不合格工器具自动报警,杜绝违规使用;搭建虚拟仿真培训系统,模拟各类检修场景及安全事故应急处置流程,开展常态化安全培训,提升检修人员安全操作技能与应急处置能力。同时应用智能门禁、视频监控等技术,实现作业现场人员准入、操作行为实时监控,及时制止违规操作,筑牢标准化作业安全防线,确保检修作业全程符合安全规范^[2]。

3 变电检修标准化作业各环节流程细化设计

3.1 检修前准备标准化流程

检修前准备是确保检修作业有序、安全开展的前提,细化流程如下:(1)任务下达,明确检修核心要求。由运维管理部门接收设备检修需求,核对设备台账、运行状态及历史检修记录,明确检修任务名称、范围、优先级及完成时限,形成标准化检修任务单,经审核确认后,下达至检修执行班组,确保任务信息传递准确、无遗漏。(2)人员配置,保障专业能力达标。根据检修任务难度、设备类型,配置具备对应资质的检修人员,明确工作负责人、工作许可人、检修人员分工;作业前组织专项培训,讲解检修流程、安全注意事项及设备技术参数,培训后进行考核,考核合格方可参与检修作业,杜绝无证上岗、能力不达标人员参与操作。(3)工器具与物料准备,确保满足现场需求。按照检修任务清单,准备合格的工器具,包括绝缘工具、检测工具、起重工具等,提前进行绝缘测试、性能检查,张贴合格标识;准备检修所需物料、备件,核对规格、型号、数量,确保与设备匹配,同时做好工器具、物料的登记、领用记录,避免丢失、错用。(4)作业方案编制与审核,规范检修流程。工作负责人结合现场实际,编制标准化检修作业方案,明确检修步骤、安全措施、质量控制点及应急处置措施,方案经班组、运维部门逐级审核,审核通过后严格执行,未审核通过不得开展检修作业。

3.2 检修现场操作标准化流程

现场操作是检修质量和安全的核心环节,严格按照标准化流程操作,细化步骤如下,确保每一步操作规范、可控:(1)现场安全交底,明确安全责任。作业前,工作负责人向所有检修人员、工作许可人进行全面安全交底,讲解作业现场危险点、安全防护措施、应急处置流程及作业纪律,交底完毕后,所有参与人员签字确认,确保人人知晓、落实责任。(2)设备停电验电接地,筑牢安全防线。严格按照“停电—验电—接地—悬挂标示牌”的流程操作,先断开设备电源,拉闸后悬挂“禁止合闸、正在检修”标示牌;使用合格的验电器进行验电,确认设备无电后,在设备两侧装设接地线,确保接地可靠,杜绝带电作业隐患。(3)分环节检修操作,把控检修质量。按照检修作业方案,分设备、分部位开展检修操作,对变压器、断路器、隔离开关等核心设备,严格遵循设备检修规范,细化拆解、清洁、检测、组装步骤,每完成一个环节,由质量检查员进行现场检验,记录检修数据,不合格则立即返工。(4)故障处理,规范处置流程。检修过程中发现设备故障,立即停止相关操作,隔离故障点,由专业技术人员分析故障原因,制定故障处置方案,按照方案规范处理,处置完毕后,进行全面检测,确认故障彻底消除,方可进入下一环节^[3]。

3.3 检修后验收标准化流程

检修后验收是巩固检修成效、确保设备正常投运的关键,细化验收流程,实现闭环管理,具体如下:(1)质量检验,严格把控验收标准。由质量验收小组按照标准化验收清单,对检修质量进行全面检验,包括设备组装质量、零部件安装精度、检测数据达标情况等,对照验收标准逐项核查,不合格项下达整改通知,限期整改,整改后重新验收,直至合格。(2)资料归档,确保完整可追溯。检修人员整理检修全过程资料,包括检修任务单、作业方案、检修记录、检测报告、验收记录等,按照标准化格式规范归档,明确归档责任人、归档时间,确保资料完整、准确、可追溯,便于后续设备运维和复盘。(3)设备试运,验证检修成效。验收合格后,拆除现场安全措施,按照操作规程进行设备试运,监测设备运行参数、运行状态,观察设备有无异常声响、发热等情况,试运时间符合规范要求,确认设备运行正常后,方可正式投运。(4)验收闭环,总结优化提升。设备投运后,验收小组出具验收报告,明确验收结论;工作负责人组织班组复盘检修全过程,总结流程执行中的问题,优化流程细节,形成验收闭环,为后续标准化检修作业提供参考^[4]。

4 标准化作业流程的应用实践

4.1 试点应用方案规划

结合变电检修实际需求,选取典型变电站作为试点,制定科学可行的试点应用方案,保障标准化作业流程有序落地。(1)试点选取突出代表性,选取110kV电压等级、设备投运5-8年、检修任务量适中的综合性变电站,该变电站涵盖变压器、断路器等各类核心设备,检修场景全面,可覆盖标准化流程所有环节,试点结果具备可迁移、可推广性,为全面应用积累实操经验。(2)方案制定明确核心要求,涵盖应用目标、实施步骤、保障措施三大内容,明确流程落地率、操作规范率等核心指标;实施步骤分为方案宣贯、人员培训、流程试运行、总结优化四阶段,明确各阶段时间节点与任务;保障措施涵盖人员、技术、物资三方面,确保试点有序推进。(3)界定试点范围与周期,范围覆盖该变电站所有常规检修、故障检修任务,周期定为6个月,分3个月试运行、2个月优化完善、1个月总结评估,分阶段检验流程可行性与适配性。

4.2 应用过程管控与调整

在试点应用过程中,构建全流程动态管控机制,实时跟踪流程执行情况,及时发现问题、调整优化,确保流程贴合现场实际、可执行性强,具体管控与调整措施如下:(1)建立动态管控机制。成立试点管控小组,由工作负责人、技术骨干、质量检查员组成,明确各成员职责,对检修前准备、现场操作、检修后验收全流程进行实时管控,每日召开管控例会,梳理当日流程执行情况,记录存在的问题。(2)实时收集执行数据。依托信息化管理平台,实时采集流程执行各环节的相关数据,包括流程完成时限、操作规范达标率、质量检验合格率等,同时通过现场检查、人员反馈等方式,收集流程执行中的堵点、难点问题,建立问题台账。(3)及时调整优化流程。针对问题台账中的流程卡顿、标准偏差等问题,组织技术骨干进行分析研判,明确问题根源。对流程繁琐、适配性差的环节,简化操作步骤、优化标准要求;对操作不规范、执行难度大的内容,补充细化操作指引,确保调整后的流程更贴合现场实际,提升可执行性。

4.3 应用成效量化评估

围绕检修质量、效率、成本、安全四大维度,建立量化评估指标体系,通过数据统计、试点前后对比,客观评估应用成效。(1)建立量化评估指标体系,质量维度设检修合格率、设备投运后故障率;效率维度设单台设备检修时长、检修任务按期完成率;成本维度设工器具损耗率、物料浪费率;安全维度设违规操作次数、安全隐患排查率,明确各指标量化标准与计算方法。(2)开展数据统计与对比分析,收集试点期间各指标数据,调取试点前6个月历史数据进行纵向对比,采用统计分析方法,计算指标升降幅度,客观反映流程影响。(3)做好成效评估总结,根据对比结果形成评估报告,明确各维度指标改善情况,评估流程应用价值,针对不足提出优化建议,为标准化流程全面推广提供数据支撑与实践参考^[9]。

结束语:本文围绕变电检修标准化作业流程的构建与应用,结合基层供电企业实际,系统分析了检修现状与标准化必要性,搭建了完善的技术支撑体系,细化了检修全流程操作规范,并通过试点应用与量化评估完成实践验证。实践表明,标准化流程有效解决了传统检修的诸多痛点,显著提升了检修质量与安全水平。后续将针对试点应用中的不足,进一步优化流程细节、融合先进技术,推动标准化流程全面推广,为电力系统变电检修高质量发展提供更强保障。

参考文献

- [1]黄秀娟,潘成程,沙俊民,席钰佳,邓超,王周杰.500kV变电站主变例行检修标准化作业流程[J].电工技术,2024(3):121-123.
- [2]杨小乐.输变电工程标准化调试流程的研究与应用[J].电工技术,2021(9):77-78.
- [3]赵冀宁,张宁,祖树涛,杨世博,刘晓飞.变电站运维检修管控系统设计与开发[J].河北电力技术,2022,41(4):60-65.
- [4]张韬.数字技术在变电检修作业流程优化中的应用[J].集成电路应用,2024,41(11):292-293.
- [5]韩韦韦,于雷.智能变电站变电运行中二次设备的状态检修策略与实践[J].中国科技期刊数据库工业A,2026(2):166-169.